



TUGAS AKHIR - SF141501

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING CUACA SEBAGAI APLIKASI PEMANFAATAN SUMBER ENERGI MATAHARI

ASHARI PRAHASTOTO
NRP 01111340000051

Dosen Pembimbing
Drs. Bachtera Indarto, M.Si
Drs. Hasto Sunarno, M.Sc

Departemen Fisika
Fakultas Ilmu Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR -

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING CUACA
SEBAGAI APLIKASI PEMANFAATAN SUMBER
ENERGI MATAHARI**

**ASHARI PRAHASTOTO
NRP 01111340000051**

**Dosen Pembimbing
Drs. Bachtera Indarto, M.Si
Drs. Hasto Sunarno, M.Sc**

**Departemen Fisika
Fakultas Ilmu Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT -

**THE DESIGN OF THE WEATHER MONITORING
SYSTEM AS UTILIZATION OF SOLAR ENERGY**

**ASHARI PRAHASTOTO
NRP 01111340000051**

**Advisor
Drs. Bachtera Indarto, M.Si
Drs. Hasto Sunarno, M.Sc**

**Department of Physics
Faculty of Natural Sciece
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING CUACA SEBAGAI APLIKASI PEMANFAATAN SUMBER ENERGI MATAHARI

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Bidang Fisika Instrumentasi
Program Studi S-1 Departemen Fisika
Fakultas Ilmu Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

Ashari Prahastoto

NRP. 01111340000051

Disetujui oleh Tim Pembimbing Tugas Akhir:

Pembimbing I

Drs. Bachtera Indarto, M.Si

Pembimbing II

Drs. Hasto Sunarno, M.Sc



Surabaya, 22 Januari 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING CUACA SEBAGAI APLIKASI PEMANFAATAN SUMBER ENERGI MATAHARI

Nama : Ashari Prahastoto
NRP : 01111340000051
Jurusan : Fisika FIA-ITS
Dosen Pembimbing : 1. Drs. Bachtera Indarto, M.Si
2. Drs. Hasto Sunarno, M.Sc

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem stasiun cuaca dengan sumber cahaya matahari, mengetahui karakteristik sistem yang telah dibuat, dan mengetahui daya maksimum sel surya, suhu kelembaban, temperatur, dan tekanan atmosfer. Pada penelitian ini digunakan sel surya sebagai penghasil daya. Dan baterai Lithium ICR18650 sebagai penyimpan daya. Untuk mengetahui daya keluaran dan daya konsumsi digunakan sensor arus ACS712 5A dan sensor arus dan tegangan INA219. Sedangkan pada sistem stasiun cuaca sensor yang digunakan yaitu DHT22 sebagai sensor kelembaban relatif dan suhu sedangkan untuk sensor tekanan digunakan sensor BMP180, dan untuk mengukur curah hujan digunakan tilt bucket rain gauge. Penelitian ini diawali dengan merancang alat yang meliputi perancangan system daya dan perancangan sistem monitoring cuaca. Tahap kedua yaitu kalibrasi, pada tahap ini alat yang telah dibuat dilakukan pengujian untuk menentukan kesesuaian pembacaan dengan alat lain yang telah terkalibrasi. Daya produksi maksimum pada tanggal 4 januari yaitu sebesar 18,57 watt dan daya maksimum yang dibutuhkan sistem sensor yaitu 5,4922 Watt. Sedangkan suhu, tekanan, dan kelembaban maksimum secara berturut turut yaitu 30,3°C, 1002 mbar, dan kelembaban 99,9%.

Kata kunci : Stasiun cuaca, Sel surya dan sensor.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

THE DESIGN OF THE WEATHER MONITORING SYSTEM AS THE UTILIZATION OF SOLAR ENERGY

Name : *Ashari Prahastoto*
NRP : *01111340000051*
Department : *Physics FIA-ITS*
Advisor : *1. Drs. Bachtera Indarto, M.Si*
2. Drs. Hasto Sunarnp, M.Sc

Abstrac

The study aims to design wheather station with solar power source, to know characteristics of the system that has been made, and knowing the maximum power of solar cells, humidity temperature, temperature, and atmospheric pressure. In this study used solar cells as a power source. Lithium ICR18650 battery as power bank. ACS712 used as current sensor and ina219 as voltage and current sensor. BMP180 as pressure sensor and DHT22 as humidity and temperature sensor. and tipping bucket raingauge for measuring rainfall. The microcontroller used is Arduino Mega (Atmega2560) on weather sensor system and Arduino nano (Atmega328) on monitoring and power management system. This research begins with system design tools. The second stage is calibration at this stage a tool that has been made to try to determine the suitability of reading with other tools that have been calibrated. Maximum power output on January 4 is 18.57 watts and the maximum power required sensor system is 5.4922 Watt. Maximum temperature, pressure, and humidity are 30.3°C, 1002mbar, and 99.9%.

Key words : *weather station, solar cell, sensor*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir sebagai syarat wajib untuk memperoleh gelar sarjana jurusan Fisika FMIPA ITS dengan judul:

“Rancang Bangun Sistem Monitoring Cuaca Sebagai Pemanfaatan Energi Matahari”

Penulis menyadari dengan terselesaikannya penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Drs. Bachtera Indarto selaku dosen wali sekaligus dosen pembimbing yang selalu memberikan dukungan dan bimbingan kepada penulis selama masa perkuliahan.
3. Bapak Hasto Sunarno M.Sc. selaku dosen pembimbing.
4. Orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan do'a serta dukungan moral dan spiritual terhadap keberhasilan penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Prof. Dr. Drs. Darminto M.Sc yang telah memberikan ide dan dukungan.
6. Bapak Dr. Yono Hadi Pramono M,si selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA ITS.
7. Seluruh Staff Pengajar di Jurusan Fisika ITS. Kepala Laboratorium Instrumentasi dan Elektronika, dan juga segenap staff Tata Usaha yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

8. Teman-teman seangkatan yang telah memberikan semangatnya kepada penulis selama kuliah hingga pengerjaan Tugas Akhir.

Penulis menyadari atas keterbatasan ilmu pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki, oleh karena itu penulis akan menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Surabaya, 18 Desember 2017

Penulis

Ashari Prahastoto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
COVER	iii
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Cuaca dan Iklim.....	5
2.2 Suhu dan Kelembaban	5
2.3 Tekanan Atmosfer	7
BAB III METODOLOGI	16
3.1 Tahap-tahap Penelitian	16

3.2	Perancangan Sistem Monitoring Daya	17
3.3	Perancangan Sistem Sensor	18
3.4	Pengujian Alat	19
BAB IV PEMBAHASAN		21
4.1	Karakterisasi Alat	21
4.1.1	Karakterisasi Sistem Daya	21
4.1.2	Pengujian Sistem Stasiun Cuaca	25
4.1	Pengujian Lapangan	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		31
5.1	Kesimpulan	31
5.2	Saran	31
DAFTAR PUSTAKA.....		33
LAMPIRAN A		37
LAMPIRAN B		39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kapasitif sensor kelembaban: a) potongan melintang b) tampak atas.....	7
Gambar 2. 2 Sensor kelembaban DHT22.....	8
Gambar 2. 3 Piezoresistif a) Tampak atas b) tampak samping c) tampak samping ketika dikenai tekanan, d) konfigurasi resistor pada jembatan <i>wheatstone</i>	9
Gambar 2. 4 Sistem arsitektur pada cip BMP180	10
Gambar 2. 5 Penakar Hujan Tipping Bucket	11
Gambar 2. 6 Grafik <i>I-V</i> pada sel surya	13
Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian	16
Gambar 3. 2 Rancangan sistem daya	17
Gambar 3. 3 Rancangan sistem sensor.....	18
Gambar 3. 4 Diagram blok sistem keseluruhan	19
Gambar 4. 1 Grafik karakteristik sensor tegangan 1	21
Gambar 4. 2 Grafik karakteristik Sensor Arus 1	22
Gambar 4. 3 Grafik karakteristik sensor tegangan 2	22
Gambar 4. 4 Grafik karakteristik sensor arus 2	23
Gambar 4. 5 Grafik karakteristik sensor tegangan 3	24
Gambar 4. 6 Grafik karakteristik sensor arus 3.....	24
Gambar 4. 7 Grafik pengujian sensor kelembaban	25
Gambar 4. 8 Grafik pengujian sensor suhu	26
Gambar 4. 9 Grafik pengujian sensor tekanan	26
Gambar 4. 10 Grafik arus pada tanggal 4 januari 2018	27
Gambar 4. 11 Grafik Tegangan pada tanggal 4 Januari 2018	27
Gambar 1 Grafik Tekanan pada tanggal 4 januari 2018 pkl 16:48- 24:00	37
Gambar 2 Grafik kelembaban pada tanggal 4 januari 2018 pkl 16:48- 24:00	37

Gambar 3 Grafik tekanan pada 4 januari 2018 pk1 16:48-24:00.....	38
Gambar 4 Pengujian kapasitas dengan beban konstan 1 A39	
Gambar 5 Pegujian kapasitas baterai dengan konstan beban 500mA.....	39
Gambar 6 Alat Manajemen Daya.....	40
Gambar 7 Penempatan sensor dan sel surya	40
Gambar 8 sistem monitoring	41

DAFTAR TABEL

Tabel 5. 1 Karakteristik sensor.....	31
--------------------------------------	----

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cuaca sangat erat kaitannya dengan kehidupan manusia mulai dari pertanian, penerbangan, pelayaran, sampai bencana. Seperti dalam pertanian cuaca digunakan sebagai acuan musim tanam dan musim panen, dan juga menentukan varietas tanaman yang akan ditanam, pada dunia penerbangan dan pelayaran cuaca erat kaitannya dengan keselamatan transportasi. Karena itu data cuaca yang akurat dan presisi sangat penting dan dibutuhkan. Keakuratan informasi cuaca menjadi penting dalam analisis. Apabila informasi yang dihasilkan tidak cermat maka akan menghasilkan analisis yang tidak akurat. Oleh karena itu, uji data stasiun cuaca diperlukan untuk mengetahui seberapa besar keakuratan dari setiap data yang dihasilkan. Beberapa uji yang dapat dilakukan di antaranya adalah uji konsistensi dan uji korelasi data (Yuda, 2015).

Karena pentingnya data cuaca diperlukan suatu alat yang handal dan fleksibel. Salah satu solusi untuk penyediaan data cuaca yaitu dengan dibangunnya stasiun cuaca yang mandiri dimana dengan memanfaatkan energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan yang paling optimal yaitu energi matahari dimana Indonesia memiliki potensi sinar matahari yang cukup banyak (Sanur, 2015). Dikarenakan letaknya yang berada di antara garis katulistiwa yang menyebabkan posisi matahari tegak lurus sehingga matahari bersinar sepanjang tahun (Rifai, 2014).

Banyak parameter fisis yang dapat mempengaruhi cuaca digunakan sebagai acuan untuk melakukan suatu analisa mulai dari kondisi real time sampai dengan prakiraan. Parameter yang berpengaruh antara lain seperti kelembaban, suhu, tekanan, dan curah hujan. Beberapa parameter tersebut sangat berkaitan antara satu dan lainnya. Salah satunya curah hujan dapat dipengaruhi oleh

kelembaban tekanan dan suhu, sedangkan kelembaban relatif sangat terpengaruh oleh suhu dan tekanan, lalu tekanan yang dapat dipengaruhi oleh suhu. Karena itulah setiap parameter tidak bisa berdiri sendiri, dengan memanfaatkan hubungan antara parameter inilah ketepatan data dapat ditingkatkan dengan melakukan kompensasi nilai dari masing-masing nilai parameter yang ada (Allaby, 2007).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas, permasalahan pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mengukur parameter cuaca.
2. Bagaimana cara optimasi tempat sensor cuaca.
3. Bagaimana cara optimasi daya dan penyimpanan daya pada sel surya.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem stasiun cuaca dengan sumber cahaya matahari.
2. Mengetahui karakteristik sistem yang telah dibuat
3. Mengetahui daya maksimum sel surya, suhu kelembaban, temperatur, dan tekanan atmosfer.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah Atmega328 dan Atmega2560
2. Sensor yang digunakan pada stasiun cuaca adalah DHT22, BMP180, rain meter tipe *tilt bucket*
3. Sensor yang digunakan untuk monitoring arus yaitu acs712 5A, dan ina219
4. Lokasi sensor derada di lantai 4 Departemen Fisika

5. Parameter yang diukur adalah suhu, kelembaban relatif, tekanan, dan curah hujan.
6. Kalibrator kelembaban dan temperature yang digunakan adalah UT-333 dan kalibrator tekanan yang digunakan yaitu *sunderpower BSS0037*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan suatu alat stasiun cuaca yang mandiri energi dan juga tidak memerlukan perawatan yang rumit.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan makalah tugas akhir ini terdiri dari abstrak yang berisi ringkasan dari penelitian. Bab I pendahuluan yang memuat latar belakang, perumusakan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian serta sistematika penulisan. Bab II tinjauan pustaka memuat tentang teori-teori pendukung yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Bab III metodologi penelitian memuat tentang metode yang digunakan dalam penelitian. Bab IV hasil penelitian dan pembahasan berisi tentang hasil data dan pengolahan data serta analisis data. Bab V kesimpulan dan saran.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cuaca dan Iklim

Cuaca adalah keadaan atmosfer dalam waktu yang singkat (1 x 24 jam) serta dalam cakupan wilayah yang relatif kecil. Cuaca yang tercatat secara rutin akan memunculkan seri data cuaca. Sehingga data cuaca dalam jangka waktu yang lama (30 tahun) dan dijadikan sebagai acuan menentukan iklim suatu wilayah yang lebih luas (Tjasyono, 2004). Cuaca sendiri terdiri dari fenomena fisis yang dapat berupa tekanan udara, kelembaban, temperatur, angin, awan, radiasi, jarak pandang dan sebagainya. Sifat dari cuaca mudah berubah dalam jangka waktu yang singkat dan dalam lingkungan yang sempit (Machfud, 2016).

Iklim didefinisikan sebagai kejadian cuaca selama kurun waktu yang panjang serta secara statistik cukup dapat digunakan untuk menunjukkan nilai statistik yang berbeda dengan keadaan di setiap saatnya. Untuk mengamati iklim diperlukan kurun waktu yang panjang yaitu sekitar 30 tahun dan juga cakupan wilayah yang luas. Ada dua faktor pembentuk iklim yaitu rotasi revolusi bumi yang dapat menyebabkan gerak semu matahari atau perpindahan posisi matahari ke utara katulistiwa atau ke selatan katulistiwa. Sedangkan yang kedua yaitu perbedaan lintang dan kondisi lingkungan fisis hal ini dapat menyebabkan perbedaan penyerapan panas oleh bumi (Erniyasih, 2012).

2.2 Suhu dan Kelembaban

Suhu merupakan ukuran perpindahan panas dari suatu benda yang mengalami perubahan kondisi termal akibat perpindahan kalor dari benda yang bersuhu lebih panas ke benda yang memiliki suhu lebih kecil sehingga menuju ke titik setimbanya (Massinai, 2013)

Suhu di bumi semakin menurun dengan bertambahnya lintang dan juga semakin tinggi suatu tempat (Handoko, 2005). Di Indonesia sendiri suhu sangat dipengaruhi oleh ketinggian dimana

pada suhu maksimum suhu menurun $0,6^{\circ}\text{C}$ setiap kenaikan 100m sedangkan pada suhu minimum suhu menurun $0,5^{\circ}\text{C}$ setiap kenaikan 100m. Fluktuasi suhu musiman yang terjadi di Indonesia tidak terlalu signifikan hal ini disebabkan karena Indonesia berada pada iklim tropis yang juga disebut iklim isothermis. Suhu maksimum di Indonesia terjadi pada bulan oktober dan suhu terendah terjadi pada bulan juli dan agustus (Massinai, 2013).

Kelembaban merupakan jumlah uap air yang terdapat diudara. Kelembaban dapat diukur dengan beberapa metode yaitu rasio masa campuran, kelembaban spesifik, kelembaban absolut, dan kelembaban relatif. Untuk rasio massa campuran mengindikasikan jumlah massa air pada udara kering yang memiliki satuan $\text{H}_2\text{O}/\text{kg}$ air d.Rasio massa campuran tidak dipengaruhi oleh tekanan dan suhu karena yang diukur yaitu massa (Allaby, 2007). Sedangkan Kelembaban spesifik adalah jumlah masa air termasuk uap air dalam udara. Kelembaban absolut merupakan masa dari uap air yang ditunjukkan pada suatu volume udara. Kelembaban relatif yaitu rasio dari masa uap air yang ditunjukkan dengan sauna masa dari udara kering ke jumlah yang mungkin dibutuhkan untuk menghaiaskan saturasi. Kelembaban relatif ditunjukan sebagai persentase yang dirumuskan sebagai persamaan 2.1 berikut:

$$\text{RH} = (\text{mixing ratio} / \text{saturation mixing ratio}) \times 100 \quad (2.1)$$

Sesuai dengan persamaan 2.1 RH dipengaruhi oleh kadar air diudara dan juga, hal ini dikarenakan suhu menahan kapasitas air di udara. Udara hangat dapat menahan lebih banyak uap air daripada udara dingin (Allaby, 2007). Kelembapan udara merupakan ukuran kandungan uap air yang ada di udara. Kelembapan udara ini bergantung pada suhu udara yang mempengaruhi penampungan air di udara. Pada daerah tropis yang termasuk daerah lembab, kerapatan uap air akan lebih tinggi daripada daerah dengan udara yang relatif kering terutama di

musim dingin. Pada musim dingin kapasitas udara untuk menampung air menjadi kecil (Erianto, 2013).

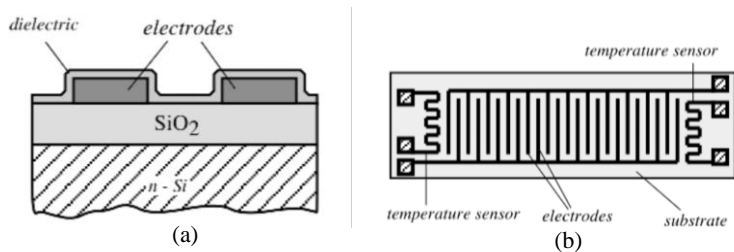
2.3 Tekanan Atmosfer

Tekanan atmosfer disebabkan oleh tumbukan yang terus menerus oleh molekul-molekul udara yang menghalangi lintasannya. Setiap kali sebuah molekul udara (terutama nitrogen dan oksigen) jatuh kepermukaan sebuah benda padat atau cair, maka akan menghasilkan sebuah gaya. Jumlah gaya yang mengenai benda dalam luas tertentu merupakan tekanan udara. Perubahan tekanan udara mempengaruhi pergerakan massa dan angin. Sedangkan udara mengalir dari tekanan tinggi menuju tekanan rendah dan angin akan membawa uap air yang dapat mempengaruhi curah hujan dan suhu (Ernyasih, 2012).

Pada umumnya semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut, tekanan udara semakin kecil, karena jumlah molekul dan atom yang ada di atasnya berkurang. Dengan demikian dapat kita katakan bahwa tekanan udara menurun terhadap ketinggian, begitu juga dengan kerapatan udara (Fadoli, 2013).

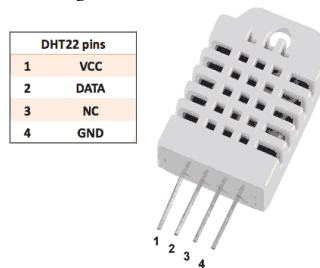
2.4 Sensor Kelembaban

Sensor kelembaban yang digunakan memiliki prinsip kapasitif. Apabila sebuah kapasitor dengan dielektrik udara maka besar kapasitansinya tergantung dari permitifitas udara tersebut. Sedangkan permitifitas dari udara akan berubah berdasarkan kelembaban udara tersebut.



Gambar 2. 1 Kapasitif sensor kelembaban: a) potongan melintang b) tampak atas

Sensor kelembaban dapat dibuat dengan meletakkan lapisan SiO_2 diatas substrat n-Si (Gambar 2.1a). Elektroda ditumpuk pada lapisan SiO_2 . Elektroda ini terbuat dari *aluminium*, *chromium* atau *phosphorus doped polysilicon*. Elektroda disusun pada pola interdigital (Gambar 2.1b) untuk mendapatkan kompensator temperatur, dua kompensator temperatur berupa resistif sensor diletakkan pada substrat yang sama. Kemudian pada lapisan atas dilapisi dengan lapisan dielektrik yang biasanya terbuat dari bahan SiO_2 atau *phosphorosilicate glass*.

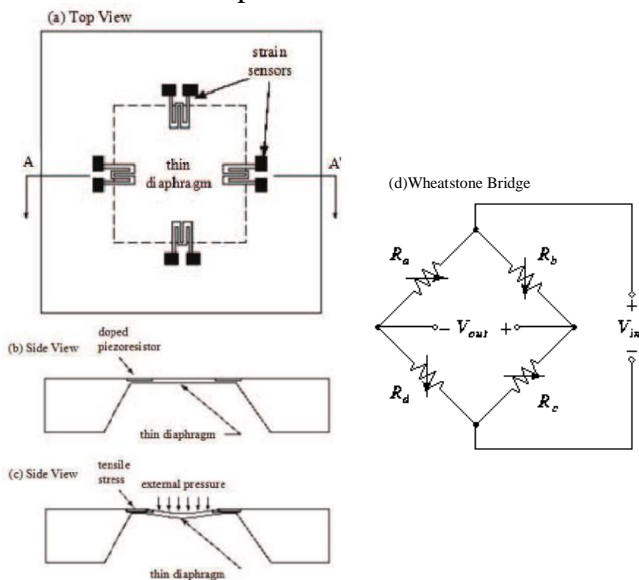


Gambar 2. 2 Sensor kelembaban DHT22

Sensor suhu dan kelembaban yang digunakan yaitu DHT22 yang merupakan sensor digital dari Aosong Electronic. Di dalam sensor DHT22 terdapat sensor kelembaban kapasitif untuk mengukur kelembaban dan thermistor untuk mengukur suhu. DHT22 memiliki 4 pin yaitu yang pin pertama sebagai vcc, pin 2 sebagai output, pin 3 tidak tersambung, dan pin 4 sebagai *ground*. Keunggulan dari sensor DHT22 memiliki tingkat stabilitas yang baik dan fitur kalibrasi yang akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya. Rentang kelembaban yang dapat diukur adalah 0-100% dengan akurasi 2%-5%. Sedangkan rentang suhu yang dapat diukur adalah -40°C - 80°C dengan akurasi 5°C . Tegangan yang dibutuhkan oleh sensor DHT22 sebesar 3,3V – 6V. Sensor DHT22 memiliki sensitifitas yang baik, yaitu 0,1% untuk kelembaban dan $0,1^{\circ}\text{C}$ untuk suhu (www.sparkfun.com).

2.5 Sensor Tekanan

Sensor Tekanan yang digunakan menggunakan prinsip piezoresistif. Pada sensor piezoresistif terdapat dua bagian yaitu membran dengan luasan A dan sebuah detektor yang akan merespon terhadap gaya F yang diberikan. Diafragma terbuat dari silikon tipis sebagai material elastis dan resistor piezoresistif yang terbuat dari pengotor yang tersebar pada diafragma. Perubahan relatif resistansi terhadap tekanan pada silikon lebih besar daripada konduktor besi.



Gambar 2. 3 Piezoresistif a) Tampak atas b) tampak samping c) tampak samping ketika dikenai tekanan, d) konfigurasi resistor pada jembatan *wheatstone*

Piezoresistif biasanya digunakan untuk pembuatan resistor *strain gauge* yang prinsip kerjanya sama dengan sensor tekanan. Konfigurasi dari piezoresistif sesuai dengan Gambar 2.3. Resistor ini kemudian dihubungkan dengan jembatan *wheatstone* untuk

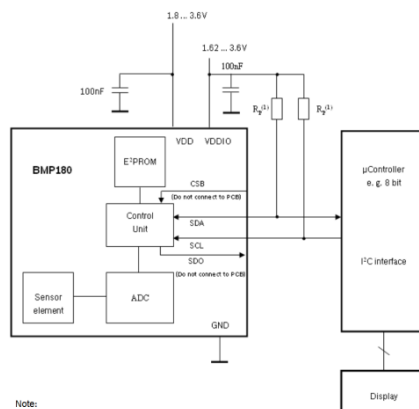
didapatkan beda potensial. Keluaran dari rangkaian tersebut sangatlah kecil yaitu memiliki orde milivolt karena itu diperlukan rangkaian pengondisi sinyal yang lebih lanjut. Pada pengondisi sinyal perlu ditambahkan kompensator suhu dikarenakan resistor dengan bahan semikonduktor memiliki sensitifitas tinggi terhadap perubahan temperatur.

Ketika sebuah tekanan dikenakan pada resistor semikonduktor, yang memiliki resistansi awal R . Efek piezoresistif menghasilkan perubahan resistansi sebesar ΔR :

$$\frac{\Delta R}{R} = \pi_1 \sigma_1 + \pi_t \sigma_t \quad (2.2)$$

Dengan π_1 adalah koefisien piezo resistif pada arah longitudinal dan π_t pada arah transversal. Tegangan pada arah longitudinal dan transversal ditunjukkan dengan σ_1 dan σ_t . Koefisien π tergantung dari posisi resistor pada kristal silikon (Fraden, 2003).

Sensor yang digunakan yaitu BMP180 yang memiliki rentang pengukuran 300-1100hPa dengan ketelitian $\pm 0,12$ hPa. BMP180 dilengkapi dengan sensor temperatur yang dapat digunakan sebagai kompensator termal.



Gambar 2. 4 Sistem arsitektur pada cip BMP180

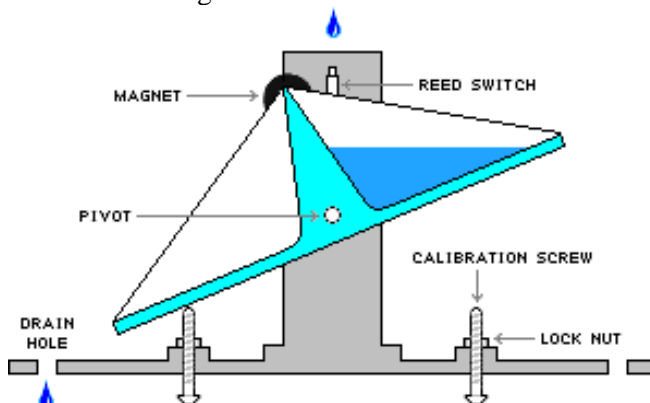
Konfigurasi dari sensor BMP180 dapat dilihat pada Gambar 2.3. Didalam chip BMP180 dilengkapi dengan *Analog to Digital Converter* dengan resolusi 19bit dan control unit yang dilengkapi dengan EEPROM dan *I²C interface*, untuk komunikasi (Bosh).

2.6 Rainmeter

Rainmeter adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur jumlah curah hujan pada waktu tertentu. Secara umum rainmeter atau alat penakar hujan terbagi dalam 3 jenis yaitu :

1. Jenis penakar hujan biasa tipe Observatorium (Obs) atau konvensional
2. Jenis penakar hujan mekanik recorder (Jenis Hellman)
3. Jenis penakar hujan otomatis / penakar hujan *tipping bucket* (Sophia, 2013).

Pada tugas akhir ini, jenis penakar hujan yang digunakan adalah jenis penakar hujan *tipping bucket*. Dikarenakan jenis ini lebih fleksibel dalam pengukuran dan mudah diintegrasikan. Pada penakar hujan *tipping bucket*, terdapat bagian penerima air hujan yang terdiri dari bagian penampung air hujan yang berbentuk kerucut serta bagian penerima tetesan dari penampung air hujan yang berbentuk tabung kecil.



Gambar 2. 5 Penakar Hujan Tipping Bucket

Prinsip dari penakar *tipping bucket* ini adalah menimbang berat air hujan yang tertampung menggunakan *bucket* atau ember kemudian disalurkan dengan sebuah skala ukur (pias) yang telah ditetapkan berdasarkan pengujian dan kalibrasi. Bejana pada penakar curah hujan apabila penuh akan berjungkit untuk membuang air dan kembali ke posisi semula. Terdapat *hall effect* sensor ATS276 di poros bejana. Ketika bejana berjungkit akan terdeteksi dengan tertutupnya saklar sesaat (Sophia, 2013). Nilai curah hujan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Curah Hujan} = \frac{\text{Volume Tipping}}{\text{Luas Permukaan Penampang}} \quad (2.3)$$

Dimana volume tipping merupakan banyaknya air yang tumpah ketika bejana berjungkit. Sedangkan luas penampang merupakan luasan dari pengumpul hujan yang terdapat diatas. Dari persamaan tersebut dapat digunakan untuk menentukan curah hujan harian, jam maupun tahunan.

2.7 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah komponen elektronika yang terdiri dari gabungan berbagai piranti tambahan di dalam mikrokomputer menjadi satu chip IC. Mikrokontroler merupakan sebuah piranti yang dapat mengerjakan intruksi-intruksi yang diberikan dari pengukuran sensor. Mikrokontroler merupakan bagian dasar dari sistem komputer, walaupun memiliki bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer. Mikrokontroler dibangun dari elemen dasar yang sama. Sistemnya adalah komputer menghasilkan output berdasarkan perintah dari mikrokontroler terhadap sinyal masukan yang diterima (Melo, 2012).

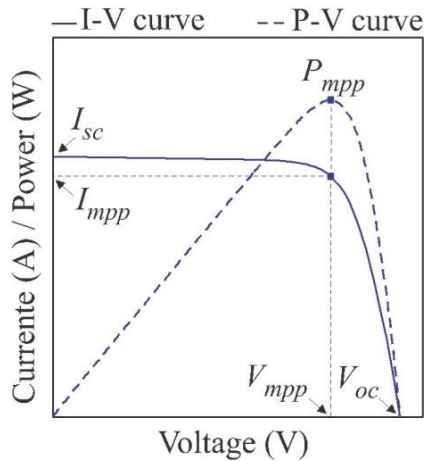
Untuk memenuhi permintaan pasar diperlukan spesifikasi mikrokontroler yang semakin tinggi. Salah satu pengembangan yang dilakukan yaitu dengan merancang semikonduktor dengan jumlah transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan

ruang yang kecil serta dapat diproduksi secara masal dengan harga yang lebih murah. (Diansari, 2008).

2.8 Sel surya

Sel photovoltaic merupakan sebuah semikonduktor yang terdiri dari diode p-n junction. Ketika sel surya terkena cahaya matahari akan menghasilkan energi listrik, pengubahan energi ini disebut efek fotolistrik. Besar daya keluaran yang dihasilkan dari proses konversi tersebut ditentukan oleh beberapa kondisi lingkungan dimana sebuah panel surya berada seperti intensitas cahaya matahari, suhu, arah datangnya sinar matahari dan spektrum cahaya matahari.

Kondisi lingkungan yang selalu berubah-ubah setiap waktu menyebabkan daya keluaran panel surya juga ikut berfluktuasi. Kapasitas daya dari sel atau modul surya dilambangkan dalam watt peak (Wp) dan diukur berdasarkan standar pengujian Internasional yaitu Standard Test Condition (STC). Standar ini mengacu pada intensitas radiasi sinar matahari sebesar 1000W/m^2 yang tegak lurus sel surya pada suhu 25°C . Modul photovoltaic memiliki hubungan antara arus dan tegangan yang diwakili dalam kurva I-V



Gambar 2. 6 Grafik I-V pada sel surya

Dari grafik I-V dapat diketahui titik puncak daya atau daya maksimum yang dapat dihasilkan oleh suatu sel surya, Hal ini dapat diketahui pada puncak grafik yang menunjukkan nilai maksimum tegangan dan arus pada grafik I-V. Karena itu titik ini disebut juga dengan *maksimum power point (MPP)*.

Untuk mendapatkan besar V_{mpp} , I_{mpp} , dan P_{mpp} pada sebuah sel surya dapat digunakan persamaan berikut:

$$V_{mpp} = V^{STC}_{mpp} + (T - T^{STC})\mu V \quad (2.4)$$

$$I_{mpp} = SS^{STC} I^{STC}_{mpp} + (T - T^{STC})\mu A \quad (2.5)$$

$$P_{mpp} = SS^{STC} P^{STC}_{mpp} + (T - T^{STC})(SS^{STC} \mu V I^{STC}_{mpp} + \mu A V^{STC}_{mpp}) + (T - T^{STC})2\mu V \mu A \quad (2.6)$$

Dengan V^{STC}_{mpp} , I^{STC}_{mpp} , P^{STC}_{mpp} dapat diperoleh dari datasheet sel surya. Pada saat tahanan variabel bernilai tak terhingga (*open circuit*) maka arus bernilai minimum (nol) dan tegangan pada sel berada pada nilai maksimum, yang dikenal sebagai tegangan *open circuit (Voc)*. Pada keadaan yang lain, ketika tahanan variabel bernilai nol (*short circuit*) maka arus bernilai maksimum, yang dikenal sebagai arus *short circuit (Isc)*. Jika tahanan variabel memiliki nilai yang bervariasi antara nol dan tak terhingga maka arus (I) dan tegangan (V) akan diperoleh nilai yang bervariasi (Coelho, 2012).

2.9 Daya

Jika suatu potensial V dikenakan ke suatu bahan dan mengalirkan arus. Energi yang diberikan ke masing-masing elektron yang menghasilkan arus listrik sebanding dengan V (beda potensial). Dengan demikian total energi yang diberikan ke sejumlah elektron yang menghasilkan total muatan sebesar dq adalah sebanding dengan Vdq . Energi yang diberikan pada elektron per satuan waktu didefinisikan sebagai daya (*power*). Simbol daya adalah P (*power*). Sedangkan satuan daya adalah Watt.

Energi yang diberikan ke masing-masing elektron yang menghasilkan arus listrik sebanding dengan v (beda potensial). Dengan demikian total energi yang diberikan ke sejumlah elektron yang menghasilkan total muatan sebesar dq adalah sebanding dengan $v \times dq$. Energi yang diberikan pada elektron tiap satuan waktu didefinisikan sebagai daya (*power*) P sebesar :

$$P = \frac{dw}{dt} \quad (2.7)$$

$$P = \frac{dw}{dq} \frac{dq}{dt} \quad (2.8)$$

$$P = V.I \quad (2.9)$$

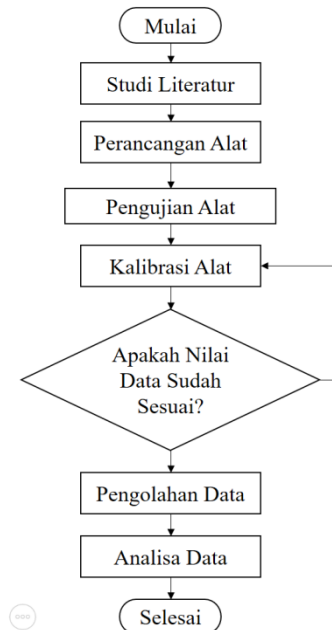
$$P = I^2 R \quad (2.10)$$

Dengan P merupakan daya, V adalah tegangan, I merupakan Arus dan R merupakan hambatan. Dari persamaan 2.8 dapat digunakan untuk mendapatkan daya yang dibutuhkan sistem.

BAB III METODOLOGI

3.1 Tahap-tahap Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan langkah langkah sesuai Gambar 3.1



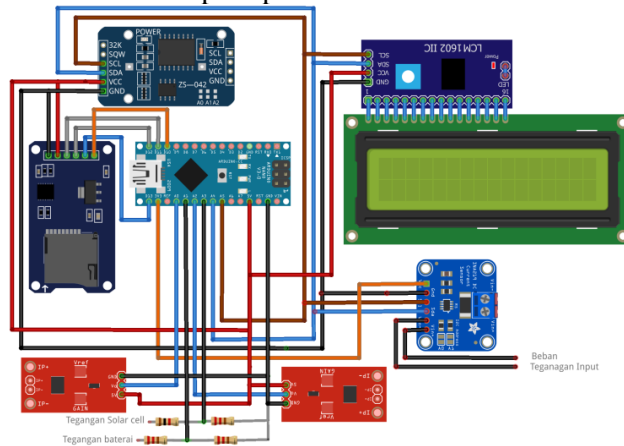
Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian

Seperti pada gambar 3.1 penelitian ini diawali dengan studi literatur untuk mempersiapkan alat yang perlu digunakan agar spesifikasi sensor yang digunakan sesuai dengan kondisi lapangan. Kemudian dilakukan perancangan alat berdasarkan sensor dan kebutuhan yang telah ditentukan. Sebelum alat digunakan di lapangan dilakukan pengujian untuk menganalisa permasalahan yang mungkin timbul. Jika semua sistem telah berjalan dilakukan kalibrasi untuk meminimalisir nilai eror. Setelah semua sistem siap

alat dipasang di lapangan. Data yang didapat dari lapangan diolah dan kemudian dianalisa untuk dibandingkan dengan literatur yang telah didapat.

3.2 Perancangan Sistem Monitoring Daya

Perancangan sistem monitoring daya terdapat bagian sensor dan bagian antar muka seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Rancangan sistem daya

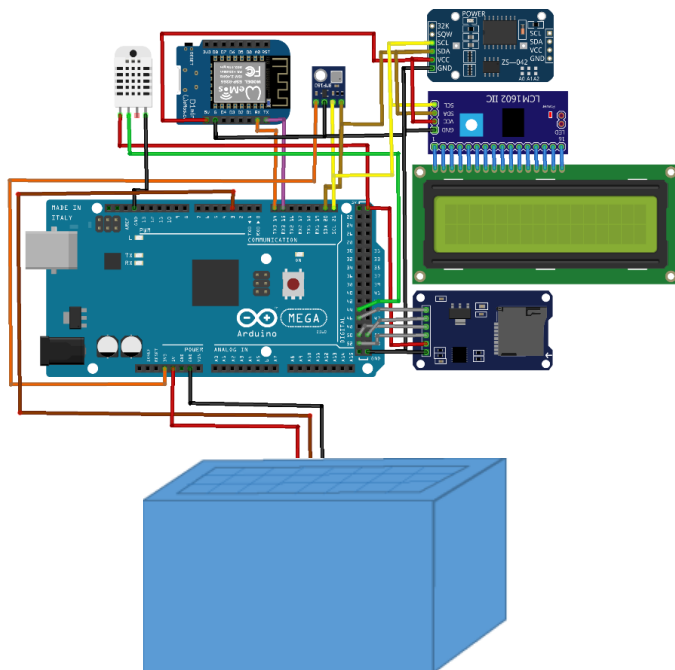
Sesuai dengan Gambar 3.2 sensor yang digunakan untuk monitoring arus yaitu ACS712 5A dan INA219 sedang| sensor tegangan digunakan pembagi tegangan yang di h ke ADC *Arduino*. Untuk antar muka digunakan LCD16x2 dan data yang telah didapat disimpan pada microSD.

Sistem monitoring daya terdiri dari tiga bagian yaitu monitoring sel surya, monitoring pengisian daya baterai dan monitoring daya sistem setasiun cuaca. Untuk suplai digunakan sel surya dengan kapasitas 90WP 21V. Sedangkan penampung yang digunakan adalah baterai *lithium* dengan kapasitas 17AH dan tegangan 11,1V. Sistem pengisian baterai dilakukan dengan menggunakan arus konstan sebesar 3A dan akan berpindah ke tegangan konstan ketika tegangan baterai telah mencapai 12,4 V.

Keseluruhan data yang didapat kemudian akan disimpan pada sebuah kartu *microSD* menggunakan sebuah *logger* yang dilengkapi dengan RTC (*real time clock*) untuk mencatat waktu pengukuran. Sensor tegangan yang digunakan menggunakan prinsip pembagi tegangan yaitu dengan menghubungkan dua resistor secara seri dengan nilai resistansi 3K3 ohm dan 1K2 ohm pada resistor yang terhubung dengan ground, sehingga didapatkan tegangan output.

3.3 Perancangan Sistem Sensor

Untuk perancangan sistem alat sensor dan modul pendukung diintegrasikan seperti Gambar 3.3.

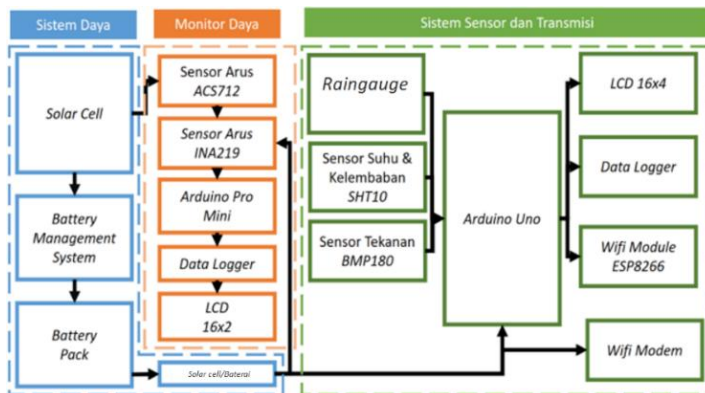


Gambar 3. 3 Rancangan sistem sensor

Sesuai Gambar 3.3 modul yang dengan tegangan kerja 5V, sumber tegangan digunakan dari pin 5V *Arduino* dan untuk modul dengan tegangan 3,3V digunakan regulator Ams1117 3,3V sebagai sumber tegangan. Sensor yang digunakan pada sistem ini yaitu DHT22, BMP180, *Tilt Bucket Rainmeter*. Setiap sensor diintegrasikan melalui koneksi digital dan pembacaan analog. Setiap variabel yang didapat kemudian ditampilkan pada LCD 16x4 dan juga disimpan pada *microSD*.

3.4 Pengujian Alat

Setelah kedua sistem dibuat maka dilakukan pengujian alat. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik dari sensor yang digunakan dan menguji apakah sistem telah berjalan secara normal. Secara Keseluruhan maka sistem akan diintegrasikan seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Diagram blok sistem keseluruhan

Sesuai Gambar 3.4 skema sistem daya dan monitoring daya akan mengatur daya yang mensuplai sistem sensor dan transmisi. Daya pada sistem monitoring daya disuplai dari solarcell dan baterai secara paralel untuk meminimalisir eror karena terputusnya suplai.

Pada penelitian ini pengujian dibagi menjadi dua yaitu uji lab dan uji lapangan. Uji laboratorium dilakukan dengan menguji karakterisasi dari sensor yang digunakan. Sedangkan uji lapangan dilakukan di lantai 4 jurusan fisika yang bertujuan untuk menganalisa kinerja sistem yang telah dirancang ketika dioperasikan di lapangan.

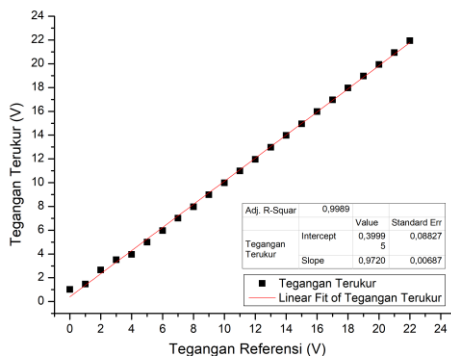
BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi Alat

Pada Tahap ini dilakukan karakterisasi terhadap sensor yang digunakan, dalam percobaan ini yaitu sensor kelembaban DHT22, sensor tekanan BMP180, Sensor arus ACS712, sensor tegangan, sensor INA219.

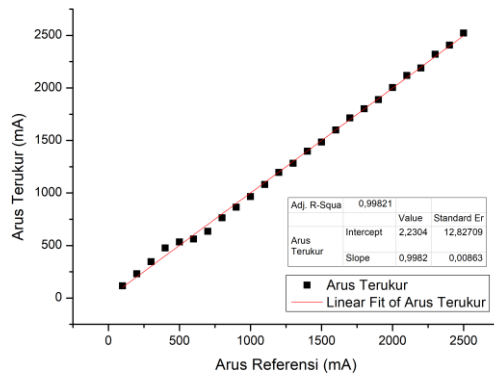
4.1.1 Karakterisasi Sistem Daya

Pada sistem daya terdapat 2 sensor tegangan dan 2 sensor arus dan 1 sensor arus-tegangan. Pengujian tegangan dilakukan dengan memberikan tegangan pada sistem dan dilakukan pengukuran pada node sensor yang ditempatkan. Sedangkan pengujian arus dilakukan dengan memberikan beban konstan arus pada input sensor. Pada sensor tegangan 1 dan arus 1 digunakan untuk mengukur tegangan dan arus keluaran dari sel surya yang memiliki karakteristik seperti Gambar 4. 1 dan Gambar 4. 2.



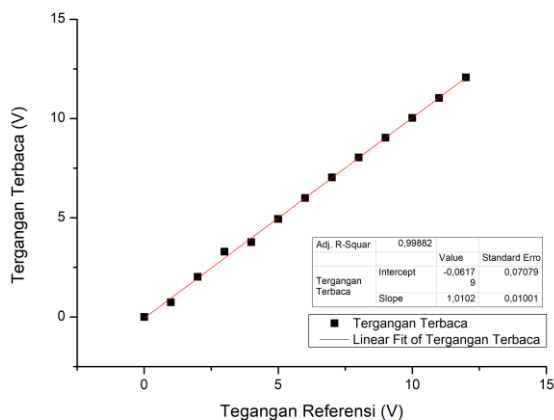
Gambar 4. 1 Grafik karakteristik sensor tegangan 1

Pada Gambar 4.1 didapatkan nilai regresi sebesar 0,99 yang menunjukkan sensor tegangan mendekati nilai dari kalibrator dengan kemiringan sebesar 0,97.



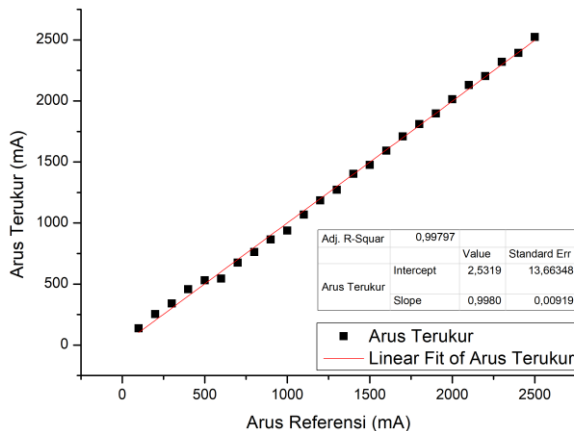
Gambar 4. 2 Grafik karakteristik Sensor Arus 1

Sedangkan pada sensor arus 1 yaitu Gambar 4.2 menunjukkan nilai yang hampir linier dengan nilai regresi sebesar 0,9982 hal ini menunjukkan bahwa nilai pembacaan sensor nilai yang sesuai.



Gambar 4. 3 Grafik karakteristik sensor tegangan 2

Pada Gambar 4.3 menunjukkan karakteristik dari sensor tegangan 2 yang digunakan untuk mengukur tegangan baterai. Dari pengukuran tegangan dari nilai yang berbeda dengan menggunakan sensor dan alat ukur kalibrator didapatkan titik-titik sehingga dapat ditarik garis regresi. Pada pembacaan tegangan terdapat sedikit penyimpangan pada nilai 4V hal ini dikarenakan tegangan referensi pada mikrokontroler yang berubah saat tegangan input dibawah 5V. Pada sensor tegangan 2 didapatkan nilai regresi sebesar 0,99 dengan kemiringan sebesar 1,01 yang menunjukkan nilai pembacaan sensor sesuai dengan alat ukur kalibrator yang digunakan.

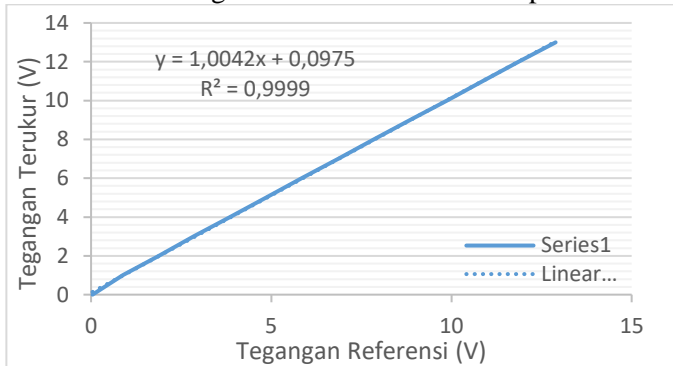


Gambar 4. 4 Grafik krakteristik sensor arus 2

Untuk sensor arus 2 digunakan mengukur arus pada pengisi daya baterai yang berasal dari MPPT yang digunakan dengan rentang pengukuran 0-5A. Dari regresi yang dilakukan pada sensor menunjukkan nilai 0,99 yang menunjukkan sensor yang digunakan sesuai dengan alat kalibrator.

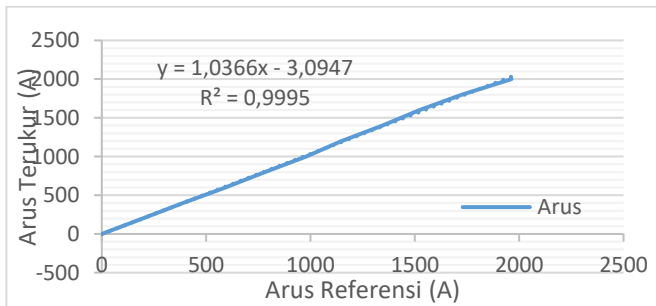
Sensor arus dan tegangan 3 yang digunakan adalah INA219. Sensor 3 ini digunakan untuk mengukur daya keluaran yang

dibutuhkan sistem stasiun cuaca saja tanpa beban dari sistem daya. Dari sensor 3 ini dapat diketahui banyaknya daya yang dibutuhkan oleh sistem monitoring dan transmisi ketika beroperasi.



Gambar 4. 5 Grafik karakteristik sensor tegangan 3

Dari Gambar 4.5 regresi sensor tegangan 3 didapatkan sebesar 0,99 dan kemiringan 1,0042 yang menunjukkan nilai dari sensor tegangan 3 ini sesuai dengan alat ukur kalibrator yang digunakan.



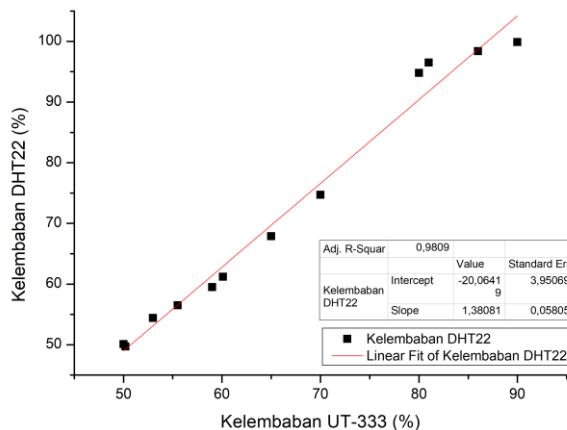
Gambar 4. 6 Grafik karakteristik sensor arus 3

Gambar 4.6 menunjukkan karakteristik dari sensor arus 3 yang digunakan. Regresi dari sensor arus 3 didapatkan sebesar 0,9995 dengan kemiringan 1,0366 yang menunjukkan sensor arus 3

menunjukkan nilai yang sesuai dengan alat kalibrator yang digunakan. Dari keseluruhan sensor yang digunakan menunjukkan nilai regresi yang hampir mendekati 1 hal ini membuktikan sistem yang digunakan layak untuk digunakan.

4.1.2 Pengujian Sistem Setasiun Cuaca

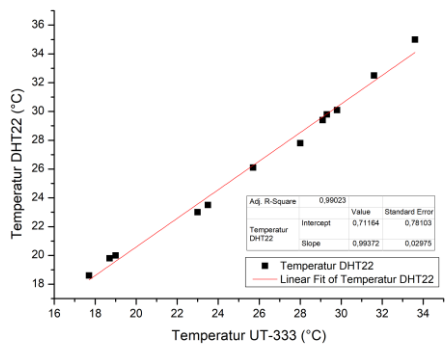
Pada sistem sensor terdapat beberapa sensor yang terintegrasi sehingga dapat menghasilkan pembacaan yang optimum. Pada DHT22 terdapat sensor kelembaban relatif dan sensor suhu. Pada DHT22 menggunakan prinsip kapasitansi dengan udara basah sebagai dielektrik karena itu suhu dapat mempengaruhi permeabilitas dari uadara basah pembacaan sehingga pada pengukuran kelembaban digunakan sebuah kamar semi tertutup dengan dilakukan pengkondisian suhu konstan di antara 27°C - 29°C.



Gambar 4. 7 Grafik pengujian sensor kelembaban

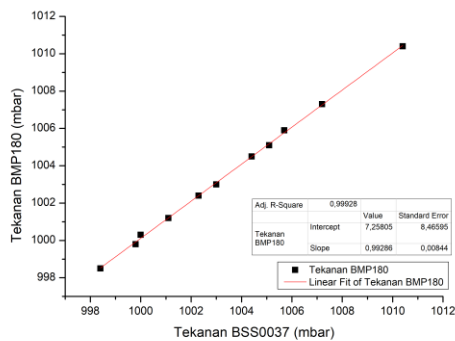
Dari Gambar 4.7 didapatkan regresi sebesar 0,98 yang menunjukkan nilai dari sensor DHT22 mendekati nilai pembacaan pada kalibrator. Tetapi pada gradien menunjukkan nilai 1,38 yang menunjukkan sensor perlu dikalibrasi sebelum digunakan. Pada

saat kelembaban mencapai 80% sensor DHT22 menunjukkan nilai yang kurang stabil. Pada kelembaban 86% UT-333 sensor menunjukkan nilai 99% hal ini dapat disebabkan sensor DHT22 yang digunakan telah mencapai nilai pembacaan maksimumnya.



Gambar 4. 8 Grafik pengujian sensor suhu

Pengujian sensor suhu yang dilakukan pada sensor DHT22 menunjukkan regresi 0,99023 yang ditunjukkan pada Gambar 4.8 menunjukkan nilai penyimpangan pada sensor kecil terhadap kalibrator yang digunakan.

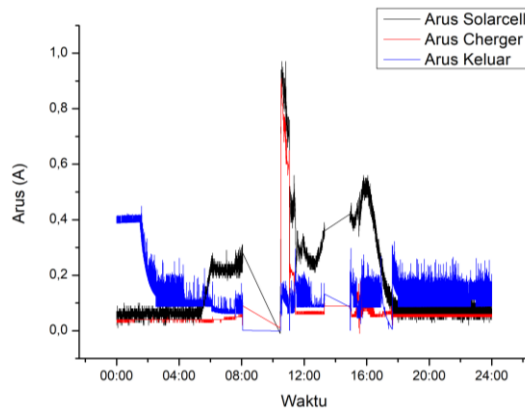


Gambar 4. 9 Grafik pengujian sensor tekanan

Sensor tekanan pada BMP180 di uji pada tekanan yang sama dengan alat kalibrator *sunderpower* BSS0037. Pada grafik didapatkan regresi mendekati 1 yaitu 0,99 yang berarti nilai pengukuran mendekati nilai kalibrator.

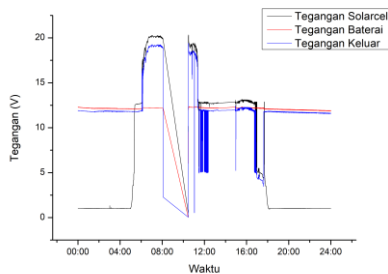
4.1 Pengujian Lapangan

Setelah dilakukan kalibrasi alat diintegrasikan dan dioperasikan.



Gambar 4. 10 Grafik arus pada tanggal 4 Januari 2018

Dari Gambar 4.10 arus tertinggi didapatkan pada pukul 10:15 dengan nilai 0,97A. Arus yang dikeluarkan oleh sel surya bergantung oleh beban yang digunakan oleh sistem.



Gambar 4. 11 Grafik Tegangan pada tanggal 4 Januari 2018

Pada Gambar 4.10 dan 4.11 tegangan sel surya tertinggi didapatkan sebesar 20,33V dengan arus sebesar 0,22A. Sedangkan daya maksimum yang dihasilkan yaitu $\pm 18,5755$ Watt dengan arus 0,97A dan tegangan 19,15V. Beban yang paling berpengaruh pada sel surya yaitu proses pengisian baterai dikarenakan baterai harus terisi sebelum matahari tenggelam dan ketika baterai telah terisi penuh sedangkan matahari masih bersinar maka arus mayoritas akan mengalir pada sistem transmisi dan sensor, pada proses ini sebagian arus akan tetap mengalir pada baterai untuk mengoptimalkan kapasitas baterai. Arus pada sistem transmisi dan sensor cenderung berfluktuasi dikarenakan proses pengiriman data yang dilakukan secara berkala setiap 5 menit sehingga arus yang keluar tergantung proses yang dilakukan oleh sistem termasuk pengisian pada modem yang digunakan.

Pengisian daya baterai sangat dipengaruhi oleh cahaya matahari hal ini ditunjukkan dengan fluktuasi tegangan dan arus pada sel surya yang berubah-ubah sehingga arus pada pengisian yang ditunjukkan pada Gambar 4.10 dengan garis merah mengalami fluktuasi. Tegangan baterai tetap konstan berada pada tegangan 11,85-12,38 V hal ini menunjukkan kebutuhan suplai sistem telah terpenuhi. Dengan demikian pengisi daya yang menggunakan IC XL4015 *buck converter* bekerja dengan baik. Pada sistem terdapat rangkaian *battery management system* (BMS) yang digunakan untuk mencegah *undervoltage* sehingga memperpanjang jangka waktu penggunaan baterai, tetapi pada sistem yang telah dioperasikan belum dapat dilihat bahwa BMS dapat bekerja dikarenakan sistem belum mengalami *undervoltage*. Sistem pengisian daya baterai akan berjalan ketika tegangan sel surya melebihi 14 V dengan menggunakan relay dan akan terputus apabila tegangan sel surya dibawah 15 V yang digunakan untuk mengoptimalkan sistem setasiun cuaca. Untuk daya maksimum yang dibutuhkan setasiun cuaca yaitu $\pm 5,4922$

Watt dan untuk daya terhadap waktunya selalu berubah ubah sesuai dengan kerja modul.

Pada Gambar 4.15 menunjukkan sistem perpindahan daya dari *soler cell* ke baterai telah berjalan dengan baik hal ini dibuktikan dengan grafik pada pkl 00:00-06:15 dan pada pukul 17:34-00:00. Garis lurus tersebut sesuai dengan tegangan baterai yang dikurangi dengan tegangan breakdown dioda. Sedangkan pada pukul 06:15-17:34 pola tegangan mirip dengan pola tegangan pada sel surya. Fluktuasi yang terjadi pada sistem terjadi dikarenakan penyesuaian program dan pengaturan yang dilakukan di lapangan untuk mengoptimalkan kinerja dari sistem yang telah dibuat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Stasiun cuaca dengan sumber cahaya matahari telah berhasil dibuat dengan daya terbesar yang dibutuhkan yaitu $\pm 5,4922$ Watt.
2. Karakteristik dari sistem ini mendekati dengan alat ukur yang telah terkalibrasi yaitu dengan nilai:

Tabel 1. Karakteristik sensor

No.	Sensor	Regresi	Kemiringan
1.	Tegangan 1	0,9989	0,9720
2.	Arus 1	0,99821	0,9982
3.	Tegangan2	0,99882	1,0102
4.	Arus 2	0,99797	0,9980
5.	Tegangan 3	0,9999	1,0042
6.	Arus 3	0,9995	1,0366
7.	Kelembaban	0,98	1,38081
8.	Suhu	0,99023	0,99372
9.	Tekanan	0,99928	0,99286

3. Daya yang dihasilkan sel surya terbesar pada tanggal 4 Januari yaitu sebesar $\pm 18,57$ watt. suhu, tekanan, dan kelembaban maksimum secara berturut turut yaitu. 30.3C, 1002 mbar, dan kelembaban 99.9%.

5.2 Saran

Saran dari penelitian tugas akhir ini adalah memperbaiki system pengisian sehingga daya yang di peroleh dapat lebih maksimal. Selain itu penambahan sensor yang berkaitan dengan cuaca untuk memaksimalkan data yang diperoleh.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Allaby, Michael. 2007. *Encyclopedia of weather and climate*. Fact on file.inc.USA.
- Amelia, K., Yendri, D., & Aiswarya, R. (2013). *Perancangan sistem monitoring suhu, kelembaban dan titik embun udara secara realtime menggunakan mikrokontroler arduino dengan logika fuzzy yang dapat diakses melalui internet*, 2.
- Binus. (2011, 8 fryday). Dipetik 9 Sunday, 2016, dari <http://library.binus.ac.id>.
- Bosh Datasheet BMP180(19 september 2017 diakses dari: HYPERLIN "https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/BST-BMP180-DS000-09.pdf" <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/BST-BMP180-DS000-09.pdf>)
- Coelho, R. F. dan Denizar C. M. (2012). *An Optimized Maximum Power Point Tracking Method Based on PV Surface Temperature Measurement, Sustainable Energy - Recent Studies*, Dr. Alemayehu Gebremedhin (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/51167. Diakses dari: <https://www.intechopen.com/books/sustainable-energy-recent-studies/an-optimized-maximum-power-point-tracking-method-based-on-pv-surface-temperature-measurement>.
- Diansari, M. (2008). *Pengaturan suhu, kelembaban, waktu pemberian nutrisi dan waktu pembuangan air untuk pola cocok tanam hidroponik berbasis mikrokontroler AVR ATmega 8535*. 5.
- Fawzia1, A. A., Rahadian A. W. (2015). *Pengujian data hujan pada stasiun hujan meliputi stasiun Prumpung, stasiun Dolo, stasiun Jangkang, dan stasiun gondangan di lereng gunungapi merapi*, DIY , 2-2

- Handoko. (2003). *Klimatologi*, 3.
- Machfud M. S., Mada Sanjaya, Ginaldi A. (2016). *Rancang bangun automatic weather station (AWS) menggunakan raspberry pi*, 2-2
- Massinai, M.A. (2005). *Analisis Liputan Awan Berdasarkan Citra Satelit Penginderaan Jauh. Pertemuan Ilmiah Masyarakat Penginderaan Jauh XIV*. ITS
- Melo, O. E. (2012). *Komputerisasi Smart Greenhouse untuk Budidaya Tanaman Bunga Krisan*, 18.
- Massinai, M. A., Hasanah, N., & Prodi, N. (2011). *Analisis Perubahan Suhu Udara Permukaan Kota Makassar*, 2-3.
- Prihanto, D., Suprayitno, S. A., & Phil. (1995). *Atmosfer dan Pemanasan Global*, 16.
- Rifai, L. D., Seni H. J. Tongkukut, Slamet S. R. (2014). *Analisis intensitas radiasi matahari di Manado dan Maros*, 49-51
- Sanur, Dwi Lestari (2015). *Pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap energi listrik di stasiun pemantau atmosfer Global Bukit Kototabang*, 2-2
- Suwandi. (2003). *Mengenal Tipe-tipe Greenhouse Berdasarkan Iklim*, 5.
- <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>
- Setiono, Andy, Prabowo P. dan Bambang W. (2010). *Pembuatan dan uji coba data logger berbasis*

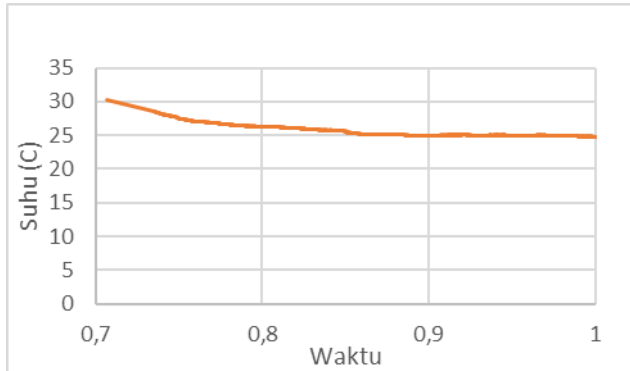
mikrokontroler atmega32 untuk monitoring pergeseran tanah, 10-2

Tjasyono, Bayong. 2004 . *Klimatologi*. Penerbit ITB. Bandung.

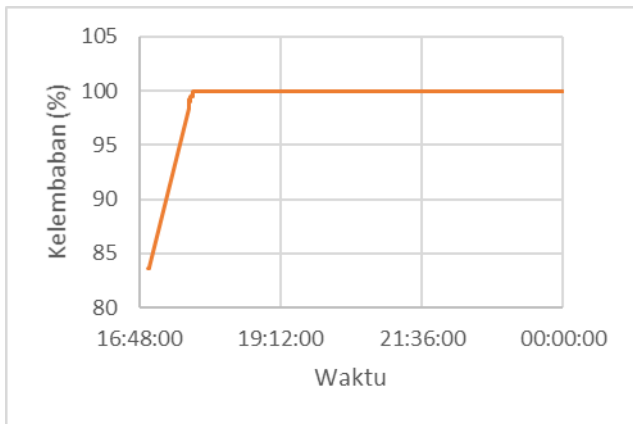
Yuda, I Wayan Andi (2015). Prediksi curah hujan bulanan menggunakan
principal component regression dan sst eof Indonesia di
stasiun klimatologi negara – Bali, 2-2

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

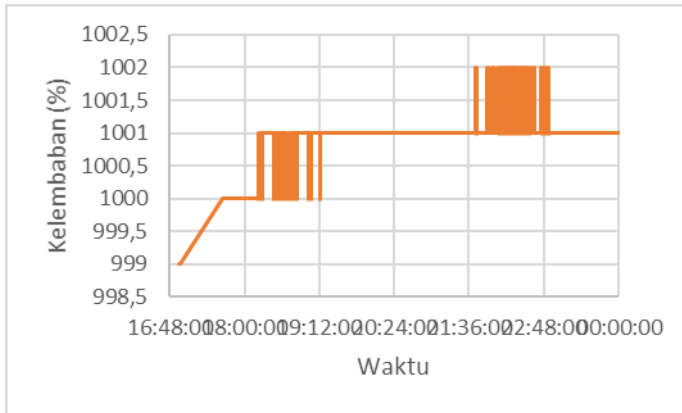
LAMPIRAN A



Gambar 1 Grafik Tekanan pada tanggal 4 januari 2018 pkl 16:48- 24:00



Gambar 2 Grafik kelembaban pada tanggal 4 januari 2018 pkl 16:48- 24:00



Gambar 3 Grafik tekanan pada 4 januari 2018 pkl 16:48-24:00

LAMPIRAN B



Gambar 4 Pengujian kapasitas dengan beban konstan 1 A

Setelah dilakukan pengetesan dengan menghubungkan baterai pada beban konstan arus sebesar 1 A didapatkan waktu selama 17 jam 45 menit.



Gambar 5 Pegujian kapasitas baterai dengan konstan beban 500mA

Setelah dilakukan test pada baterai dengan beban arus sebesar 500 mA didapatkan waktu 36jam 15 menit.



Gambar 6 Alat Manajemen Daya

Alat manajemen daya yang terdiri dari sensor arus sensor tegangan pengisi daya dan *controller*, LCD sebagai antar muka dan logger sebagai penyimpan data.



Gambar 7 Penempatan sensor dan sel surya



Gambar 8 sistem monitoring

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Ashari Prahastoto biasa dipanggil Tito. Penulis merupakan anak terakhir dari dua bersaudara, dilahirkan di Tulungagung, 27 April 1995. Semasa kecil penulis menempuh Pendidikan formil antara lain di SD Negeri Gilang 03, SMP Negeri 1 Ngunut, SMA Negeri 1 Ngunut, dan pada tahun 2013 diterima di Jurusan Fisika ITS. Selama perkuliahan penulis juga bergabung dengan organisasi yaitu Himasika ITS. Penulis berharap penelitian tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan penelitian selanjutnya.